



AVALIAÇÃO DE UM PROJETO BRASILEIRO DE BIOFÁRMACO UTILIZANDO SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO

EVALUATION OF A BRAZILIAN BIOPHARMIC PROJECT USING MONTE CARLO SIMULATION

DA COSTA NETO, Augusto Ferreira ¹

Resumo: Inúmeras metodologias podem ser utilizadas para a avaliação de empresas e projetos, sendo a avaliação por fluxo de caixa descontado (FCD) ainda a mais difundida e utilizada, tanto no meio acadêmico como no profissional. Embora essa metodologia seja considerada por diversos autores como sendo a mais adequada para a avaliação de empresas, ela representa uma expectativa estática dos fluxos de caixa futuros esperados, que correm o risco de não se concretizarem. Uma das alternativas para a modelar as incertezas e os riscos inerentes à avaliação de empresas e projetos é a incorporação da Simulação de Monte Carlo (SMC) à análise estática, transformando-a em um modelo estocástico dinâmico. Empresas ou projetos intensivos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), em especial, carregam em si um considerável nível de incertezas, tornando o modelo de avaliação por FCD potencialmente incompleto. Neste artigo analisamos um projeto brasileiro de biofármaco através da Simulação de Monte Carlo e mostramos que os resultados obtidos sugerem haver uma probabilidade maior do que 85% de que o Valor Presente Líquido (VPL) do projeto seja superior àquele obtido através do FCD, consistente com a visão de que a adoção dessa metodologia apresenta uma relevante contribuição para uma tomada de decisão mais assertiva quando comparada aos resultados obtidos por meio da utilização de modelos determinísticos de avaliação.

Palavras-Chave: Análise de Projetos; Simulação de Monte Carlo; *Valuation*.

Abstract: Several methodologies can be used to evaluate companies and projects, and discounted cash flow (DCF) valuation is still the most widespread and used, both in the academic and professional contexts. Although this methodology is considered by several authors to be the most adequate for the evaluation of companies, it represents a static expectation of the expected future cash flows, which can or cannot be achieved. One of the alternatives for modeling the uncertainties and risks inherent in evaluating companies and projects is the incorporation of Monte Carlo Simulation (MCS) into static analysis, transforming it into a dynamic stochastic model. Companies or projects that are R & D-intensive, particularly, carry a considerable level of uncertainty, making the DCF evaluation model potentially incomplete. In this article we analyze a Brazilian biopharmaceutical project through the Monte Carlo Simulation and show that the results suggest that there is a greater than 85% probability that the project's Net Present Value (NPV) is higher than that obtained through the DCF, consistent with the view that the adoption of this methodology presents a relevant contribution to a more assertive decision-making process when compared to the results obtained using deterministic valuation models..

Keywords: Project Analysis; Monte Carlo Simulation; Valuation.

¹ Mestre em Engenharia de Produção (PUC-Rio); Servidor público da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e Professor convidado dos MBA's in company do IAG/PUC-Rio; augusto.costa@phd.iag.puc-rio.br.

1. INTRODUÇÃO

Num ambiente globalizado, caracterizado por mudanças rápidas e constantes, as empresas enfrentam momentos de intensa competitividade, impondo-se a necessidade de adaptação e de desenvolvimento de medidas que as permitam competir de forma efetiva. Uma destas formas é a inovação tecnológica, por possibilitar o aprimoramento contínuo de suas vantagens competitivas.

A inovação tecnológica tem importância estratégica para as empresas, pois através desta elas conseguem potencializar os diferenciais competitivos que vão garantir sua sobrevivência. A inovação resulta de uma exploração comercial do conhecimento no mercado, e segundo Betz (2003), os benefícios econômicos da invenção surgem a partir da inovação. Se, por um lado, o investimento em inovação é crucial para dar às empresas chances de se manterem competitivas, fazer uma adequada avaliação de um projeto ou empresa intensivos em tecnologia é fundamental para uma tomada de decisão eficiente no que se refere a alocação de recursos. Dentre as inúmeras metodologias que podem ser utilizadas para a avaliação de empresas e projetos, a avaliação por fluxo de caixa descontado (FCD) é ainda a mais difundida e utilizada no mercado. No entanto, por ser um modelo estático, essa metodologia possui algumas limitações que a tornam inadequada para o apreçamento de empresas e projetos com alto grau de incerteza ou de flexibilidade gerencial (TRIGEORGIS, 1996). Setores intensivos em tecnologia, como os de mineração e energias renováveis, têm chamado a atenção por fazerem uso de metodologias mais adequadas à incorporação dos diversos riscos e incertezas inerentes a essas atividades na avaliação de empresas e projetos, como opções reais e simulação (Guj & Chandra, 2019; Kozlova, 2017; Lee, 2011; Savolainen, 2016). No setor de fármacos não é diferente, e técnicas como a do Valor Presente Líquido Ajustado ao Risco (rNPV, na sigla em inglês) vêm ganhando cada vez mais importância (Svennebring & Wikberg, 2013).

Uma alternativa para a mensuração do risco é a incorporação da Simulação de Monte Carlo ao modelo de avaliação determinístico, desenvolvendo-se assim um modelo estocástico dinâmico. Neste contexto, este estudo avalia um projeto brasileiro de biofármaco utilizado no tratamento de câncer através deste método, descrito como método de simulação estatística que utiliza sequências de números aleatórios para desenvolver simulações, isto é, um método numérico universal para resolver problemas por meio de amostragem aleatória (aproximação da solução)(METROPOLIS & ULAM, 1949). Monte Carlo é utilizado rotineiramente em muitos campos de conhecimentos que vão desde simulação de complexos fenômenos físicos a

econômicos. O método torna desnecessário escrever as equações diferenciais que descrevem o comportamento de sistemas complexos. A única exigência é que o sistema físico ou matemático seja descrito (modelado) em termos de funções de densidade de distribuição de probabilidade (FDP). Uma vez conhecidas essas distribuições, a Simulação de Monte Carlo pode proceder fazendo as amostragens aleatórias a partir das mesmas. Este processo é repetido inúmeras vezes e o resultado desejado é obtido por meio de técnicas estatísticas (média, desvio-padrão) sobre um determinado número de realizações (amostra) que podem chegar a milhões. Devido às grandes incertezas relativas ao sucesso da droga e seu posicionamento posterior no mercado, a utilização de metodologias como a de fluxo de caixa descontado (FCD) para a avaliação do projeto pode não ser a mais adequada, na medida em que não permite modelar as incertezas.

Nosso artigo está estruturado da seguinte maneira: a seção 2 revê sucintamente a literatura pertinente ao tema. A seção 3 apresenta a descrição do caso da empresa Research Biopharma. A seção 4 descreve a metodologia empregada em nosso estudo e os dados utilizados. A seção 5 apresenta os resultados e uma discussão acerca dos principais achados do estudo, e a seção 6 conclui o artigo.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 AVALIAÇÃO DE EMPRESAS PELO FLUXO DE CAIXA DESCONTADO

Segundo Copeland, Koller e Murrin (2000), citados por Oliveira e Medeiros Neto (2013), a avaliação de empresas por fluxo de caixa descontado (FCD) pode ser dividida em cinco etapas: análise do desempenho histórico, projeção do desempenho futuro, estimativa do valor residual, estimativa de custo médio ponderado de capital e cálculo dos fluxos de caixa trazidos a valor presente.

A análise do desempenho histórico consiste na avaliação dos dados históricos da empresa à luz das informações de mercado, que pode ser realizado através da análise vertical e horizontal das contas patrimoniais e de resultado. De acordo com Stickney, Brown e Wahlen (2004), a análise vertical consiste na apresentação de todos os itens das demonstrações contábeis da empresa como um percentual com uma base comum. O ativo total é normalmente utilizado como a base comum do balanço patrimonial e a receita líquida das demonstrações de resultado. A análise horizontal, por sua vez, consiste na verificação do crescimento histórico das contas patrimoniais e de resultado. Ainda segundo os autores, as análises vertical e

horizontal das demonstrações históricas são bastante úteis para ilustrar a magnitude das mudanças nas demonstrações financeiras ao longo do tempo.

A segunda etapa do processo de avaliação pelo FCD é a projeção do desempenho futuro da empresa e, conseqüentemente, de seu fluxo de caixa. Uma vez finalizada a etapa de projeções, é necessário calcular o valor residual da empresa, visto que os fluxos de caixa não podem ser projetados indefinidamente. Dessa forma, após o período de projeções explícitas, determina-se o valor da perpetuidade dos fluxos de caixa adotando-se a premissa de que a empresa tem vida infinita. Com a projeção do fluxo de caixa da empresa e do cálculo do valor residual, os fluxos de caixa futuros são descontados a valor presente afim de se obter o valor do empreendimento.

Conforme ilustram Minardi e Saito (2007), o desconto dos fluxos de caixa da empresa deve ser realizado pelo custo médio ponderado de capital, que corresponde à média ponderada da remuneração exigida pelos provedores de capital da empresa, acionistas e credores, e que considera o efeito fiscal da dívida. Essa é a última etapa, e segundo Correia Neto (2006), tanto os fluxos de caixa do período de projeção como a perpetuidade devem ser descontados a valor presente pelo custo médio ponderado de capital. Dessa forma, o valor da empresa é obtido pela soma do valor presente dos fluxos de caixa e da perpetuidade, ou valor residual.

2.2 MODELAGEM E SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO

Hertz (1964) foi o primeiro autor a ilustrar a aplicabilidade da SMC à teoria financeira. Em seu artigo, o autor sugeriu a utilização da SMC na análise de projetos como forma de mensurar os riscos inerentes a cada variável. Atualmente, a metodologia possui uma extensa aplicabilidade prática em finanças, tais como séries macroeconômicas, opções futuras, *hedge* etc.

Bruni, Famá e Siqueira (1998), assim como Cardoso e Amaral (2000) desenvolveram estudos focados na utilização da SMC para a avaliação de projetos, enquanto outros autores, como Corrar (1993) e Correia Neto (2006), analisaram o desempenho da ferramenta na avaliação de empresas.

Em virtude do requinte técnico inerente ao modelo e das limitações dos modelos de análise de risco convencionais e determinísticos, Correia Neto, Moura e Forte (2002) defendem que a SMC é o método mais completo de mensuração de risco dos fluxos de caixa da empresa, pois é mais dinâmico nas análises das volatilidades dos fluxos e capta de maneira mais eficiente o relacionamento entre as variáveis que compõem o fluxo de caixa da empresa.

De acordo com Evans e Olson (1998), a correta identificação das distribuições de probabilidade dos dados de entrada é fundamental no processo de simulação. Para tal, utilizam-se análises empíricas e históricas dos dados, para então adequá-los à distribuição ou selecionar a distribuição e adequar seus parâmetros em caso de indisponibilidade de dados. Diante do exposto, Law e Kelton (2000) defendem que, para a correta implementação do modelo de SMC, é necessário escolher um algoritmo que forneça uma série de números aleatórios, uniformemente distribuídos entre 0 e 1 e que não apresentem correlação entre si. Buratto (2005) finaliza afirmando que, antes da execução da simulação, deve-se verificar se o gerador de números aleatórios usado satisfaz as propriedades acima, o que pode ser feito por meio de testes ou de referências que deem suporte à sua utilização.

No caso específico do setor de biotecnologia, estudos anteriores demonstram que a utilização de técnicas como a SMC avalia melhor os projetos, na medida em que procuram capturar as diversas incertezas das fases de desenvolvimento das moléculas, como custos, tempo e riscos inerentes ao processo (Stewart, Allison, & Johnson, 2001).

3. DESCRIÇÃO DO CASO

A incidência de câncer aumenta com a longevidade da população, e, no Brasil, já é a segunda maior causa de mortes. Os custos de seu tratamento representam um desafio crescente para o sistema público de saúde, já que impactam significativamente a balança comercial brasileira. Por essa razão, há um consenso de que o desenvolvimento e a produção de novas drogas para o setor oncológico são de importância estratégica para o país.

A Research Biopharma (o nome da empresa foi modificado para preservar a confidencialidade das informações) é uma empresa de biotecnologia dedicada exclusivamente a atividades de pesquisa e desenvolvimento de anticorpos monoclonais, imunomoduladores e peptídeos para tratamento de câncer.

A Research foi fundada em 2006 e conta com recursos humanos altamente qualificados. Já avançou significativamente no desenvolvimento de biofármacos para tratamento de câncer no país, porém, até a data desta análise, a empresa não tinha faturamento, pois ainda estava em fase de pesquisa. Em fevereiro de 2014 a empresa possuía 27 funcionários sendo 12 (44%), doutores, o que demonstra seu compromisso com a inovação tecnológica através de P&D.

A empresa considera que o fato de estar localizada no Brasil agrega a si diversas vantagens competitivas para o sucesso do empreendimento, das quais destaca, dentre outras:

- Recursos Humanos altamente qualificados, o que inclui cientistas e técnicos;
- Excelentes instalações hospitalares, assim como médicos qualificados, com comprovada experiência na condução de testes clínicos no país. Até então os testes clínicos de câncer eram conduzidos exclusivamente por multinacionais;
- Excelente infraestrutura de serviços usada principalmente por multinacionais: *Clinical Research Organizations* (CROs) e logística;
- Acesso facilitado a uma variada seleção de pacientes e a amostras de tumores para execução de testes clínicos Fases I e II, em comparação com o acesso em regiões mais tradicionais de testes nos Estados Unidos, União Europeia e Japão;
- Custo operacional com pessoal mais baixo do que nas regiões tradicionais de pesquisa;
- Nova cultura de apoio à inovação tecnológica no país, com vários programas de agências federais (BNDES, Finep e CNPq) e estaduais (FAPESP) destinados a apoiar projetos de P&D em empresas;
- Prioridade em oportunidades de financiamento de várias fontes governamentais;
- Desenvolvimento de drogas como uma das prioridades da política industrial brasileira, enunciada na Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE) reiterada na Parcerias para o Desenvolvimento Produtivo (PDP) e no Programa Brasil Maior;
- Biotecnologia também como uma das prioridades da política industrial, uma das áreas “portadoras do futuro”.

Com o setor público brasileiro, a empresa tem parceria com o CNPq para a formação de uma rede de hospitais para a realização de teste clínico de Fase II em pacientes com tumor de mama. Nessa parceria a empresa contribuirá com seu *know-how* relativo aos aspectos científicos, tecnológicos, clínicos e regulatórios. Além disso a empresa possui uma parceria para colaboração científica e tecnológica com o Instituto Butantã de São Paulo para desenvolvimento de anticorpos monoclonais.

Atualmente a Research está na fase de pesquisa e desenvolvimento dos anticorpos monoclonais e fragmentos, que ao fim das pesquisas, com os sucessos em todas as fases esperadas, serão os produtos que irão gerar receitas para a empresa quando esta os licenciar para empresas farmacêuticas. No futuro a empresa deverá ter receitas provenientes de licenciamento dos anticorpos monoclonais, anticorpos imunomoduladores e peptídeos, desenvolvidos para empresas farmacêuticas. Os licenciamentos ocorrerão após a certificação do potencial de mercado e das realizações dos ensaios clínicos Fase I ou, em alguns casos, Fase II com sucesso.

Além das receitas com os licenciamentos, a empresa pode ter receitas relacionadas aos “royalties” de patentes registradas em decorrência do desenvolvimento das linhagens celulares dos anticorpos e, por fim, receitas obtidas a partir de negociações para co-desenvolvimento de produtos de seu portfólio.

Produtos

Anticorpos Monoclonais

O trabalho da Research com anticorpos monoclonais envolve o licenciamento, a geração, a humanização e a produção em escala piloto.

Anticorpos Monoclonais Imunomoduladores

O trabalho da Research com anticorpos monoclonais imunomoduladores envolve a geração, a humanização, a produção em escala piloto e testes pré-clínicos e clínicos. Atualmente, os imunomoduladores são considerados a terapia mais promissora no tratamento do câncer. Estes foram apresentados pela revista Science como “*Breakthrough*” científico de 2013. A publicação *Fierce Biotech* afirma que “na próxima década 50% dos tratamentos de câncer podem incluir imunoterapias”, o que serve como indicação do potencial dessas drogas.

Peptídeos

O trabalho da Research com peptídeos envolve a descoberta, a produção e os testes pré-clínicos e clínicos. A Research fez a descoberta de um peptídeo (fragmento de um de seus anticorpos monoclonais) e iniciou o processo de pedido de patente. Este anticorpo demonstrou propriedades imunomoduladoras promissoras e está em fase de testes.

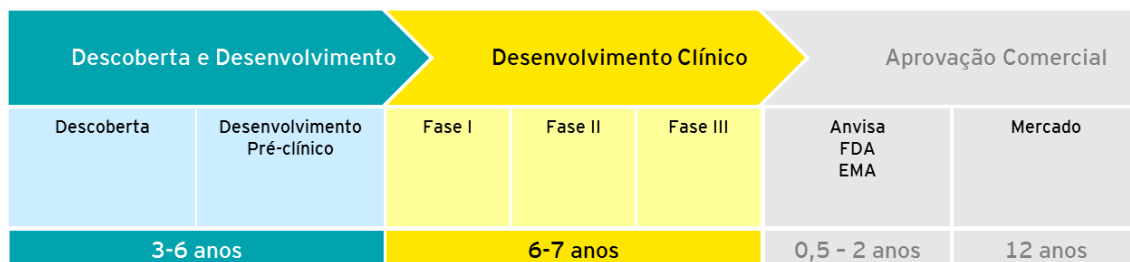
Status dos produtos

A maior parte dos tratamentos desenvolvidos pela Research são *First-in-class*, que são tratamentos para neoplasias que ainda não tem terapias estabelecidas. Os tratamentos com imunomoduladores *Bio-better* são considerados tratamentos com características superiores aos existentes.

Testes Clínicos

A Research atua nas fases de “Descoberta e Desenvolvimento” e “Desenvolvimento Clínico”. Inicialmente a empresa não tem como objetivo a produção e comercialização dos medicamentos. Portanto, assim que o medicamento atinge uma determinada fase de desenvolvimento, que pode ser diferente para cada um, este é licenciado para uma grande empresa Farmacêutica.

Figura 1: Fases de Desenvolvimento de Medicamentos



Fonte: Research

Com relação aos objetivos de cada uma das fases temos:

Fase 1: Os indivíduos sujeitos ao medicamento são intensamente monitorados. Eles podem ser pacientes doentes, mas normalmente são voluntários saudáveis. Estes estudos são designados para determinar as reações metabólicas e farmacológicas da droga nos humanos e os efeitos colaterais associados ao aumento de dosagem. Quando possível, também são utilizados para observar as evidências de eficácia.

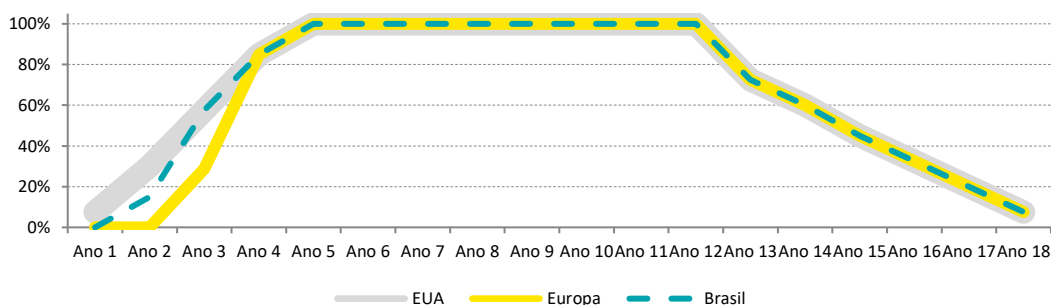
Fase 2: Tem o objetivo de gerar indicação de eficácia da droga quando testada em pacientes doentes. Essa fase também ajuda a determinar possíveis efeitos colaterais de curto prazo e o risco associado com a utilização do medicamento. Costumam ser conduzidos de modo muito controlado e em poucos pacientes. Envolvem centenas de pessoas.

Fase 3: São realizados em maior número de pacientes de modo menos controlado com o objetivo de coletar mais informação sobre a eficácia e riscos dos medicamentos para estimar a relação de risco e benefício do medicamento. Esta fase especificamente envolve milhares de pessoas.

As projeções da empresa consideram que o medicamento começará a ser vendido no Brasil no ano seguinte do início das vendas nos Estados Unidos, com um *market share* de 50% do *market share* dos Estados Unidos no segundo ano de vendas neste mercado. A introdução do medicamento no mercado europeu ocorrerá no ano seguinte ao do início das vendas no mercado brasileiro. No primeiro ano de operação na Europa a Research considerou em suas projeções que a empresa já consegue capturar o mesmo *market share* capturado no mercado americano no terceiro ano de vendas.

A figura 2 ilustra a captura de *market share* pela Research nos três mercados em que estes são introduzidos, ao longo de seu ciclo de vida.

Figura 2: Captação do Market Share



Fonte: Research

Metodologia de Cálculo (Valuation)

A estruturação econômico-financeira de qualquer projeto consiste na elaboração de projeções de parâmetros mercadológicos, financeiros e operacionais. Esta abordagem pode ser dividida em duas etapas distintas e consecutivas. A primeira etapa é composta basicamente pela identificação de parâmetros econômico-financeiros que influenciam na operação da empresa. A segunda etapa considera os resultados da primeira etapa para a projeção de resultados financeiros esperados. Os resultados projetados (futuros) são trazidos a valor presente através de uma taxa de desconto e resultam no valor operacional esperado do projeto. A este valor podem ser acrescidos ou subtraídos ativos e passivos não operacionais de forma a obter o valor econômico do projeto.

Para a viabilidade econômico-financeira do projeto da Research foi adotada a metodologia de Fluxo de Caixa Descontado (FCD), o método mais utilizado mundialmente para transações similares.

Premissas

Para a análise econômico-financeira da Research foi considerada a data-base 31/08/2014 e o período projetivo considerado para a análise foi de 01/01/2014 a 31/12/2044. Houve a necessidade de realizar projeções em um período extenso quando comparado em análises de fluxo de caixa descontado. Entretanto é importante ressaltar que no caso de estudo de desenvolvedoras de medicamentos é essencial considerar o fluxo com tal longevidade, para capturar o ciclo das patentes dos medicamentos desenvolvidos. O modelo foi construído em bases nominais e todos os valores monetários são expressos em valores reais na data-base de análise. A empresa foi analisada pela metodologia de Fluxo de Caixa da Firma (FCFF ou *Free*

Cash Flow to Firm). É válido ressaltar que a empresa não apresenta dívidas atualmente em sua estrutura de capital.

Probabilidade de Sucesso

As receitas e os custos/despesas são ponderados pela probabilidade de sucesso de cada fase. Segue abaixo as respectivas probabilidades para as diferentes moléculas estudadas pela empresa:

Tabela 1: Probabilidade de Sucesso das Fases dos Medicamentos

Fases	Anticorpo A	Anticorpo B	Anticorpo C	Imunomoduladores	Peptídeos
Pré-Clínico	100,00%	100,00%	90,00%	90,00%	90,00%
Fase 1	90,00%	83,70%	83,70%	83,70%	64,40%
Risco Acumulado até Fase 1	90,00%	83,70%	75,30%	75,30%	58,00%
Fase 2	56,30%	56,30%	56,30%	56,30%	41,80%
Risco Acumulado até Fase 2	50,70%	47,10%	42,40%	42,40%	24,20%
Fase 3	64,20%	64,20%	64,20%	64,20%	65,40%
Risco Acumulado até Fase 3	32,50%	30,30%	27,20%	27,20%	15,80%
Aprovação no FDA	89,70%	89,70%	89,70%	89,70%	89,70%
Risco Acumulado até Aprovação no FDA	29,20%	27,10%	24,40%	24,40%	14,20%

Fonte: Research – Valores baseados nos estudos Joseph A. DiMasi e Henry G. Grabowski (2007) e Myers & Howe (1997)

Modelo de Receita

Após o licenciamento dos medicamentos a Research irá receber *fees* quando ocorrer o atingimento de algumas metas. Estes *fees* estão diretamente relacionados com o momento em que a droga é licenciada e são calculados com base no valor presente dos medicamentos. Segue abaixo descrição das premissas utilizada no modelo:

Tabela 2: Remuneração Research

Tipo	Anticorpos			Imunomoduladores			Peptídeos		
	EUA	UE	Brasil	EUA	UE	Brasil	EUA	UE	Brasil
Mercado									
Participação da Research	40,0%	40,0%	40,0%	6,7%	6,7%	20,0%	40,0%	40,0%	40,0%
<i>Upfront</i>	7,0%	7,0%	7,0%	2.700	-	-	7,0%	7,0%	7,0%
<i>P2 Milestone</i>	-	-	-	12,0%	12,0%	12,0%	-	-	-
<i>P3 Milestone</i>	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%
<i>FDA Milestone</i>	18,0%	18,0%	18,0%	18,0%	18,0%	18,0%	18,0%	18,0%	18,0%
Royalty	60,0%	60,0%	60,0%	55,0%	55,0%	55,0%	60,0%	60,0%	60,0%

Fonte: Research

Taxa de desconto:

De acordo com os balanços auditados, a Research não possui dívida. Portanto a taxa de desconto (*Weighted Average Cost Of Capital - WACC*) será igual a *Capital Asset Pricing Model (CAPM)*.

$$\text{Taxa de Desconto} = (1 + R_f) \frac{1 + \text{Inflação BRL}}{1 + \text{Inflação USD}} - 1 + \beta (E[R_m] - R_f) + \text{Prêmio Risco País} + \text{Prêmio Tamanho}$$

Onde:

$R_f = 3,32\%$ - Fonte: FED

Inflação BRL: Taxa anual projetada pelo BACEN

Inflação USD: Taxa anual projetada pelo *U.S. Bureau of Labor Statistics*

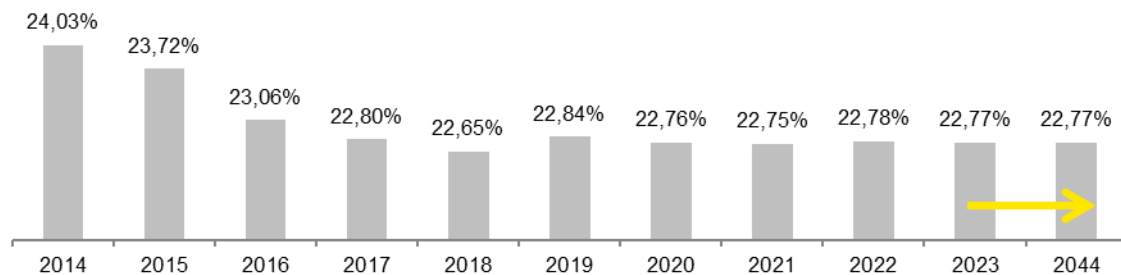
$\beta = 0,90$ – Fonte: *Pharma & Drugs* Damodaran

$E[R_m] = 9,1\%$ - Fonte: Damodaran

Prêmio de Risco País = 2,26% - Fonte: IPEADATA

Prêmio por Tamanho = 8,71% - Fonte: Duff & Phelps

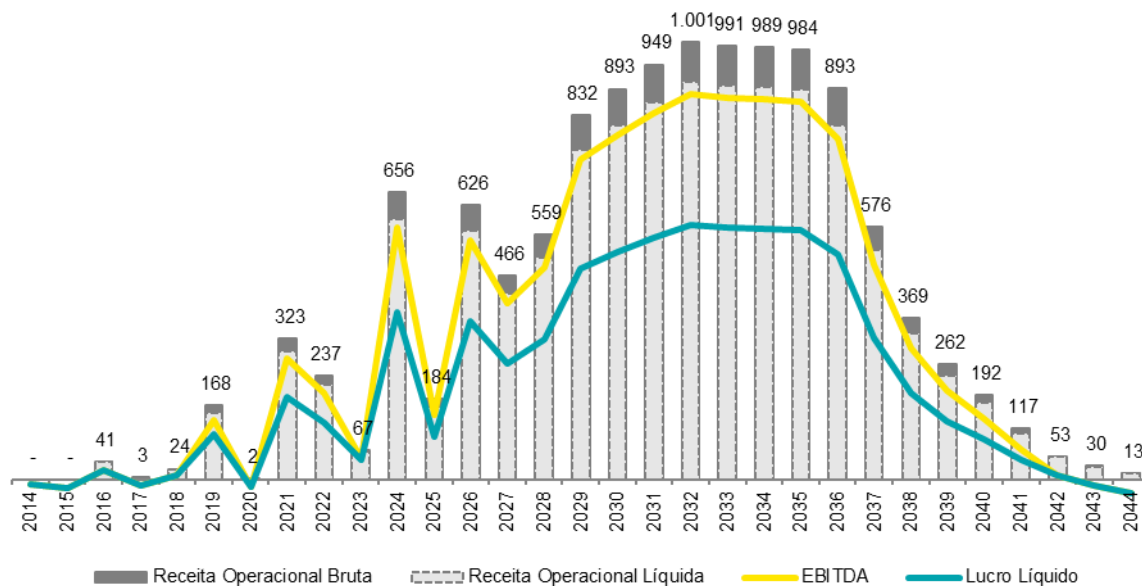
Figura 3: Projeção da Taxa de desconto



Fonte: Elaboração Própria

A taxa de desconto varia a cada ano devido às variações das premissas macroeconômicas. A figura 4 ilustra a Receita Bruta, a Receita líquida, o EBITDA e o Lucro Líquido da Research, nos respectivos anos. Vale destacar, que devido ao Modelo de Negócios da Research e sua estrutura de remuneração é possível observar picos de receitas, que são formados a partir de pagamentos dos fees por atingimento de metas de avanços nas fases das pesquisas.

Figura 4: Geração de Caixa X Lucro Líquido



Fonte: Elaboração Própria

Tabela 3: Margens Research

	31 anos	2014 - 2024	2025 - 2034	2035 - 2044
Margem EBITDA	96,3%	92,1%	98,1%	93,9%
Margem Líquida	63,4%	59,9%	64,8%	61,9%

Fonte: Elaboração Própria

Valuation da Research

Seguindo a metodologia de cálculo, conforme descrito anteriormente, o valor justo encontrado (*Enterprise Value*) foi de R\$ 309,6 milhões. Como a empresa não possui capital de terceiros em sua estrutura de capital o *Equity Value* é igual ao *Enterprise Value*. Com base nesse *valuation*, considerando um aporte de R\$ 30 milhões a ser feito pelo investidor, o mesmo obteria uma participação de 8,84% na mesma.

Análise de sensibilidade

Antes de iniciar as negociações de preço com os empresários, uma tabela de sensibilidade foi preparada para auxiliar a definir os limites de negociação. Variando o preço dos produtos da empresa (e consequentemente suas receitas) e a taxa de desconto WACC, foram simulados descontos (área azul) e incrementos (área laranja) de preço, e como tais situações impactariam na participação do investidor (mantidos os R\$ 30 milhões de investimento) e no preço (*valuation*) da empresa. O centro da figura, apresentada a seguir, indica o preço justo (R\$ 309,6 milhões), conforme explicado anteriormente.

Figura 5: Análise de Sensibilidades

		← - - - - - WACC - - - - - + + →				
↑ PREÇO ↓	7,72%	8,46%	9,25%	10,10%	11,00%	
	358.807	324.607	294.152	266.975	242.673	
	7,54%	8,26%	9,04%	9,87%	10,75%	
	367.982	333.004	301.855	274.057	249.198	
	7,37%	8,08%	8,84%	9,64%	10,50%	
	377.151	341.396	309.553	281.134	255.718	
	7,21%	7,90%	8,64%	9,43%	10,27%	
	386.320	349.787	317.251	288.211	262.238	
+ + ↓	7,05%	7,73%	8,45%	9,22%	10,04%	
	395.489	358.179	324.948	295.288	268.758	

Fonte: Elaboração Própria

Negociação de valores com a empresa alvo

A partir do valor justo encontrado para a empresa, considerando um aporte alvo de R\$ 30 milhões, a primeira oferta da Research foi de 9,09%, que se tornou o limite mínimo da negociação. Após algumas rodadas de negociação o investidor chegou a um “*verbal agreement*” de 11,00% para um aporte de R\$ 30 milhões. A Research propôs uma cláusula de *Milestone Agreement* com as seguintes condições:

- O investidor repassa 1 ponto percentual da sua participação para a Empresa, caso a esta licencie o peptídeo em Fase I para tratamento de Colorretal com sucesso. Vale destacar que esse tratamento foi considerado um *Up Side*, ou seja, não foi contemplado no *valuation* da empresa.

Na prática, o investidor ficou vendido em uma *call* correspondente a 1% do capital da companhia. Esta *call* foi, desta forma, avaliada em R\$ 2,733 mil, e provoca um aumento no *valuation pré-money* da empresa de R\$ 27.327 mil.

No entanto, devido às conhecidas limitações do FCD é possível que esta avaliação não seja correta, pois é possível que a aplicação do peptídeo para tratamento de câncer colorretal não esteja sendo adequadamente precificada. Para endereçar essa questão, o incremento no *valuation pré-money* da empresa pela nova aplicação do peptídeo foi avaliado através de Simulação de Monte Carlo (SMC), conforme descrito na seção a seguir.

4. METODOLOGIA

Partindo-se do modelo determinístico, definiu-se que o preço da droga a ser desenvolvida para a nova aplicação do peptídeo seria modelado como variável de entrada do modelo estocástico, como um processo de difusão estocástico geométrico browniano (DA FONSECA RODRIGUES, FERREIRA, LEMME E BRANDÃO, 2013).

$$dP = \alpha P dt + \sigma P dz$$

Onde:

P = preço da droga no instante t ;

α = taxa de crescimento anual do preço do medicamento (*drift*);

σ = volatilidade do preço do medicamento;

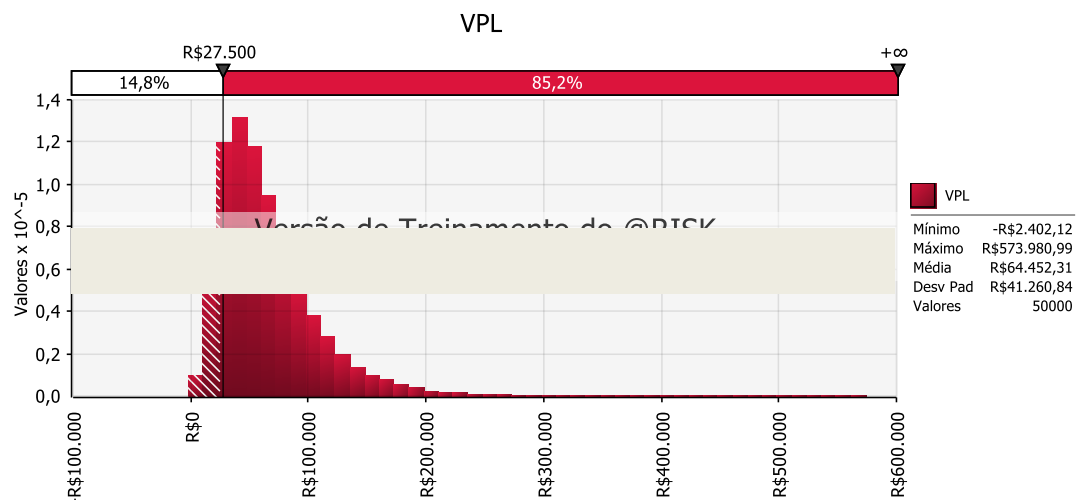
$dz = \varepsilon \sqrt{dt}$ representa o incremento de Wiener padrão e $\varepsilon \approx N(0,1)$.

As incertezas de cunho tecnológico foram tratadas de forma probabilística em relação às expectativas da empresa de sucesso ou fracasso das etapas de desenvolvimento da droga. O preço da droga considerado em $t=0$ foi de R\$ 76.000 por paciente, tomando por base droga similar no mercado norte americano, e os valores de α e σ foram obtidos através do Medical Care Commodities Index, no período de 1935 até 2013, sendo $\alpha = 2,03\%$ e $\sigma = 17,29\%$.

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Após uma simulação com 50 mil iterações utilizando-se o software @RISK 7.5, obtém-se o valor esperado para o incremento potencial no *valuation* da empresa a ser gerado pela nova aplicação do peptídeo da ordem de R\$ 65 milhões. Os resultados da simulação indicam uma probabilidade de 85,2% de o incremento do *valuation* ser superior aos R\$ 27,5 milhões estimados de forma determinística, conforme ilustrado na Figura 6:

Figura 6: Simulação do incremento de valor do VPL do projeto



Fonte: Elaboração Própria

Neste estudo em particular, a metodologia permite perceber que há uma probabilidade considerável (acima de 85%) do VPL agregado à empresa pela nova aplicação do peptídeo ser superior àquela negociada junto aos investidores, ensejando dessa forma a não apropriação de parte do *upside* da operação, o que pode ser determinante na negociação de cláusulas de governança e nas relações de poder.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização da Simulação de Monte Carlo (SMC), e a consequente transformação do modelo de avaliação determinístico em estocástico, permitiu uma análise vasta e probabilística de diferentes cenários que podem impactar os resultados relacionados à variável de saída (VPL) do modelo de avaliação. Os resultados obtidos podem contribuir para um processo de tomada de decisão mais assertivo do que o obtido por meio da utilização do modelo de Fluxo de Caixa Descontado (FCD).

A utilização da SMC na avaliação de empresas e projetos permite a realização de uma série de análises impossíveis de serem realizadas por meio de um modelo determinístico convencional, como, por exemplo, a da probabilidade de o VPL obtido situar-se acima ou abaixo de um parâmetro-chave como o valor negociado pela empresa e os investidores para o *milestone agreement* referente à nova aplicação do peptídeo. A utilização de probabilidades subjetivas, o uso do julgamento pessoal e a utilização de critérios subjetivos para a definição das funções de densidade de probabilidades ainda constituem a principal fonte de críticas à utilização da SMC.

Cabe ressaltar que, embora o modelo de avaliação por SMC confira uma maior robustez à avaliação do projeto, algumas limitações não podem ser ignoradas, como o fato de, nesse estudo, ter-se modelado estocasticamente o preço do medicamento através de um processo de difusão que segue um movimento geométrico browniano, o que pode não ser o mais adequado, bem como as incertezas de cunho tecnológico terem sido tratadas de forma probabilística em relação às expectativas da empresa de sucesso ou fracasso das etapas de desenvolvimento da droga, o que pode igualmente não ser o mais adequado.

De qualquer modo, pode-se afirmar que, apesar de suas limitações, a metodologia de Simulação de Monte Carlo constitui uma poderosa ferramenta para a análise de riscos inerentes à avaliação de empresas pelo fluxo de caixa descontado, contribuindo decisivamente para a acurácia dessa metodologia de avaliação e para a tomada de decisão em ambiente de incerteza, característico de empresas como a Research Biopharma.

REFERÊNCIAS

- BETZ, F. Managing technological innovation: competitive advantage from change. **John Wiley & Sons**, 2003.
- BRUNI, A. L.; FAMÁ, R.; SIQUEIRA, J. O. Análise do Risco na Avaliação de Projetos de Investimento: Uma Aplicação do Método de Monte Carlo. **Caderno de Pesquisas em Administração**, v. 1, n. 6, p. 62-74, 1998.
- BURATTO, M. V. Quantificação, Construção e Avaliação de um Modelo de Monte Carlo para Analisar a Capacidade de Pagamento das Empresas em Financiamentos de Longo Prazo. Dissertação (Mestrado) – **Programa de Pós-graduação em Administração, Mestrado Acadêmico em Contabilidade e Finanças, Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, 2005.
- CARDOSO, D.; AMARAL, H. F. O uso da Simulação de Monte Carlo na elaboração do Fluxo de Caixa Empresarial: uma proposta para quantificação das incertezas ambientais. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 20., 2000**, São Paulo. Anais...São Paulo: ABEPRO, 2000.
- COPELAND, T.; KOLLER, T.; MURRIN, J. Avaliação de empresas “Valuation”: calculando e gerenciando o valor das empresas. São Paulo: **Makron Books**, 2000.
- CORRAR, L. J. O modelo econômico da empresa em condições de incerteza - aplicação do método de simulação de Monte Carlo. **Caderno de Estudos**, São Paulo: FIPECAFI/FEA/USP, n. 8, p.1-13, 1993.
- CORREIA NETO, J. F.; MOURA, H. J. de; FORTE, S. H. C. A. Modelo prático de previsão de Fluxo de Caixa Operacional para empresas comerciais considerando os Efeitos de Risco, através do Método de Monte Carlo. **REAd–Revista Eletrônica de Administração**, Rio Grande do Sul, v. 8, n. 3, p. 1-5, 2002.
- CORREIA NETO, J. F. Avaliação de uma software house através da simulação de Monte Carlo. **ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 26., 2006**, Fortaleza. Anais... Fortaleza: ABEPRO, 2006.
- DA FONSECA RODRIGUES, Pedro Henrique et al. Avaliação de empresas start-up por Opções Reais: o caso do setor de biotecnologia. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 3, p. 511-523, 2013.
- DIMASI, Joseph A.; GRABOWSKI, Henry G. Economics of new oncology drug development. **J Clin Oncol**, 2007.
- EVANS, James R.; OLSON, David L. Introduction to Simulation and Risk Analysis. Upper Saddle River, New Jersey: **Prentice Hall**, 1998.
- GUJ, P.; CHANDRA, A. Comparing different real option valuation approaches as applied to a copper mine. **Resources Policy**, v. 61, n. September 2018, p. 180–189, 2019.
- HERTZ, D. B. Risk analysis in capital investment. **Harvard Business Review**, v. 57, n. 5, p. 169-181, 1964.
- KOZLOVA, M. Real option valuation in renewable energy literature : Research focus , trends and design. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 80, n. May, p. 180–196, 2017.
- LAW, Averill M.; KELTON, W. David. Simulation modelling and analysis. 3. ed. New York: **McGraw-Hill**, 2000.
- LEE, S. Using real option analysis for highly uncertain technology investments : The case of

wind energy technology. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, n. 9, p. 4443–4450, 2011.

METROPOLIS, N.; ULAM, S. The monte carlo method. **Journal of the American Statistical Association**, v. 44, n. 247, p. 335-341, 1949.

MINARDI, A. M. A. F.; SAITO, R. Orçamento de Capital. **ERA–Revista de Administração de Empresas**, v. 47, n. 3, p. 79-83, 2007.

MYERS, Stewart C.; HOWE, Christopher Dwight. A Life-cycle Financial Model of Pharmaceutical R & D. **Program on the Pharmaceutical Industry, Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology**, 1997.

OLIVEIRA, M. R. G. de; MEDEIROS NETO, L.B. de. Simulação De Monte Carlo E Valuation: Uma Abordagem Estocástica. **Revista de Gestão**, 19(3), 493–512, 2013. <https://doi.org/10.5700/rege474>.

SAVOLAINEN, J. Real options in metal mining project valuation : Review of literature. **Resources Policy**, v. 50, p. 49–65, 2016.

STEWART, J. J.; ALLISON, P. N.; JOHNSON, R. S. Putting a price on biotechnology. **Nature Publishing Group**, p. 813–817, 2001.

STICKNEY, C. P.; BROWN, P. R.; WAHLEN, J. M. **Financial Reporting and Statement Analysis: a strategic perspective**. Thomson, 2004.

SVENNEBRING, A. M.; WIKBERG, J. E. S. Net present value approaches for drug discovery. **SpringerPlus**, v. 2, n. 1, p. 1–7, 2013.

TRIGEORGIS, L. Evaluating leases with complex operating options. **European Journal of Operational Research**, 91(2), 315-329, 1996. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217\(95\)00288-X](http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217(95)00288-X).